

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000273699 A**

(43) Date of publication of application: 03.10.00

(51) Int. Cl. **C25D 17/12**
C25D 11/32
C25D 17/06
C25D 17/10
C25D 21/00
H01L 21/02
H01L 21/316
H01L 27/12

(21) Application number: **11082351**(22) Date of filing: **25.03.99**(71) Applicant: **CANON INC**(72) Inventor: **YAMAGATA KENJI**

(54) **ANODIC CHEMICAL CONVERSION EQUIPMENT,
 ELECTRODE FOR ANODIC CHEMICAL
 CONVERSION, AND TREATMENT AND
 MANUFACTURE OF SUBSTRATE**

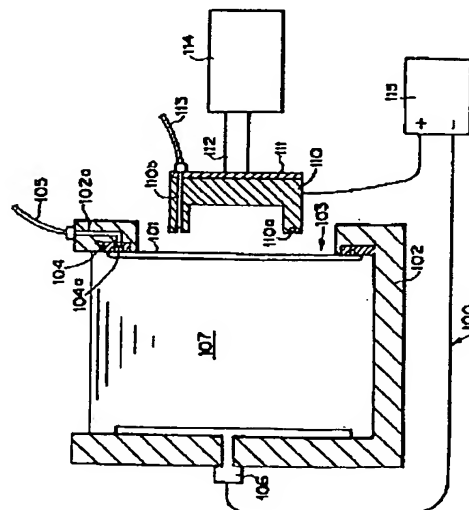
substrate 101, the occurrence of abnormal chemical conversion caused by the deformation of the silicon substrate 101 owing to internal stress can be reduced.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the contamination of a silicon substrate and the occurrence of abnormal chemical conversion at anodic chemical conversion treatment.

SOLUTION: The part between the surface side of a silicon substrate 101 to be an object of treatment and a negative electrode 106 is filled with an HF solution 107, and an annular positive electrode 110 is brought into contact with the rear side of the silicon substrate. 101 to apply anodic chemical conversion treatment to the substrate. The surface of the positive electrode 110 is provided with a groove 110a for vacuum-sucking the silicon substrate 101. By adopting the annular positive electrode 110, the contact area between the silicon substrate 101 and the positive electrode 110 can be decreased and the contamination of the silicon substrate 101 can be reduced. Further, by making the positive electrode 110 suck the silicon



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-273699

(P 2 0 0 0 - 2 7 3 6 9 9 A)

(43) 公開日 平成12年10月3日(2000.10.3)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
C25D 17/12		C25D 17/12	C 5F058
11/32		11/32	
17/06		17/06	C
17/10		17/10	D
21/00		21/00	A
審査請求 未請求 請求項の数48 O L (全16頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-82351

(22) 出願日 平成11年3月25日(1999.3.25)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 山方 憲二

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100076428

弁理士 大塚 康德 (外2名)

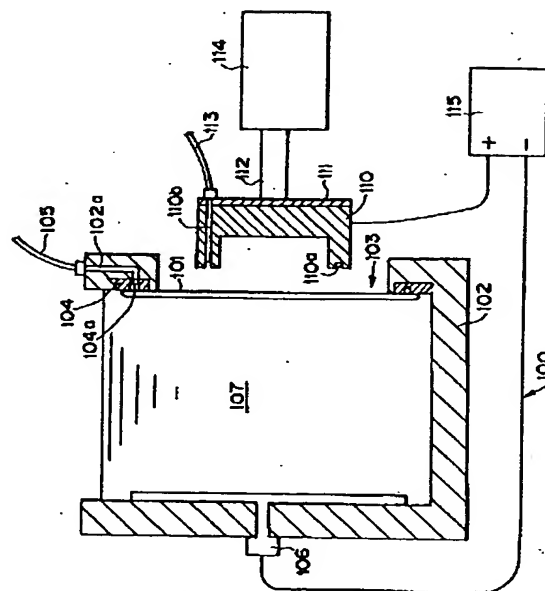
Fターム(参考) 5F058 BC11 BD04 BF70 BG04 BG10
BH03 BH20

(54) 【発明の名称】 陽極化成装置、陽極化成用電極、基板の処理方法及び基板の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 陽極化成の際のシリコン基板の汚染や化成異常を低減する。

【解決手段】 処理対象のシリコン基板101の表面側とマイナス電極106との間にはHF溶液107を満たし、シリコン基板101の裏面側には円環状のプラス電極110を接触させて、該基板に陽極化成処理を施す。プラス電極110の表面には、シリコン基板101を真空吸着するための溝110aが設けられている。円環状のプラス電極110を採用することにより、シリコン基板101とプラス電極110との接触面積を小さくすることができ、シリコン基板101の汚染が低減される。また、シリコン基板101をプラス電極110に吸着することにより、内部応力によるシリコン基板101の変形に起因する化成異常の発生を低減することができる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に陽極化成処理を施すための陽極化成装置であって、
マイナス電極と、

略中央部に非接触部を有し、前記非接触部の外側に接触部を有するプラス電極と、

前記マイナス電極と処理対象の基板との間に電解質溶液を満たすための陽極化成槽と、

を備え、前記マイナス電極と処理対象の基板の一方の面との間に電解質溶液を満たすと共に前記プラス電極の接触部を処理対象の基板の他方の面に直接接触させた状態で、該基板に陽極化成処理を施すために使用されることを特徴とする陽極化成装置。

【請求項 2】 前記プラス電極の接触部は、前記非接触部を全周的に取り囲む形状を有することを特徴とする請求項 1 に記載の陽極化成装置。

【請求項 3】 前記プラス電極の接触部は、実質的に円環状の形状を有することを特徴とする請求項 1 に記載の陽極化成装置。

【請求項 4】 処理対象の基板を前記プラス電極の接触部に吸着させるための吸着機構を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 5】 前記吸着機構は、真空吸着機構であることを特徴とする請求項 4 に記載の陽極化成装置。

【請求項 6】 処理対象の基板を前記プラス電極の接触部に吸着させるための吸着機構を更に備え、前記吸着機構は、前記接触部に、該接触部と実質的に同心円状に配置された真空吸着用の溝を有することを特徴とする請求項 3 に記載の陽極化成装置。

【請求項 7】 前記プラス電極のうち少なくとも前記接触部は、多孔質材料で構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 8】 前記プラス電極は、処理対象の基板を吸着するための吸着機能を有することを特徴とする請求項 7 に記載の陽極化成装置。

【請求項 9】 前記プラス電極のうち多孔質材料で構成された部分を介して処理対象の基板を吸引することにより該基板を前記プラス電極の接触部に吸着させるための吸着機構を更に備えることを特徴とする請求項 7 に記載の陽極化成装置。

【請求項 1 0】 前記プラス電極の接触部は、半導体材料で構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 1 1】 前記プラス電極の接触部は、金属材料で構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 1 2】 前記プラス電極を処理対象の基板に近づけたり遠ざけたりするための駆動機構を更に備えるこ

とを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 1 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 1 3】 前記陽極化成槽は、処理対象の基板を保持すべき位置に開口部を有し、前記開口部を塞ぐようにして該基板を保持することによって、前記マイナス電極と該基板の一方の面との間に電解質溶液を満たすことができる状態になることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 2 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 1 4】 前記陽極化成槽は、処理対象の基板が保持された状態において、前記開口部を通して前記プラス電極の接触部を該基板に接触させることが可能な構造を有することを特徴とする請求項 1 3 に記載の陽極化成装置。

【請求項 1 5】 前記陽極化成槽は、処理対象の基板を保持する基板保持部を有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 1 4 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 1 6】 前記保持部は、処理対象の基板を前記他方の面の周辺部で保持することを特徴とする請求項 1 5 に記載の陽極化成装置。

【請求項 1 7】 前記保持部は、処理対象の基板を水平に保持することを特徴とする請求項 1 5 又は請求項 1 6 に記載の陽極化成装置。

【請求項 1 8】 前記マイナス電極は、処理対象の基板の上方に配置されることを特徴とする請求項 1 7 に記載の陽極化成装置。

【請求項 1 9】 前記マイナス電極は、貫通した多数の穴を有することを特徴とする請求項 1 8 に記載の陽極化成装置。

【請求項 2 0】 基板の処理の際に陽極化成反応により発生するガスが前記マイナス電極の下部に溜まることを防止するための手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 8 に記載の陽極化成装置。

【請求項 2 1】 前記プラス電極と前記マイナス電極との間に電圧を印加する電源を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 2 0 のいずれか 1 項に記載の陽極化成装置。

【請求項 2 2】 基板に陽極化成処理を施すための陽極化成装置であって、マイナス電極と、
プラス電極と、

前記マイナス電極と処理対象の基板との間に電解質溶液を満たすための陽極化成槽と、

処理対象の基板を前記プラス電極に吸着させるための吸着機構と、

を備えることを特徴とする陽極化成装置。

【請求項 2 3】 前記吸着機構は、真空吸着機構であることを特徴とする請求項 2 2 に記載の陽極化成装置。

【請求項 2 4】 前記真空吸着機構は、前記プラス電極の表面に実質的に円環状に配置された真空吸着用の溝を有することを特徴とする請求項 2 1 に記載の陽極化成装置。

【請求項 25】 前記プラス電極のうち少なくとも処理対象の基板と接触する部分は、多孔質材料で構成されていることを特徴とする請求項 22 に記載の陽極化成装置。

【請求項 26】 前記吸着機構が、前記プラス電極のうち多孔質材料で構成された部分を介して処理対象の基板を吸引することにより該基板を前記プラス電極に吸着させることを特徴とする請求項 25 に記載の陽極化成装置。

【請求項 27】 基板に陽極化成処理を施すための陽極化成装置であって、
マイナス電極と、

多孔質材料で構成された接触部を有するプラス電極と、
前記マイナス電極と処理対象の基板との間に電解質溶液を満たすための陽極化成槽と、
を備え、前記マイナス電極と処理対象の基板の一方の面との間に電解質溶液を満たすと共に前記プラス電極の接触部を処理対象の基板の他方の面に直接接触させた状態で、該基板に陽極化成処理を施すために使用されることを特徴とする陽極化成装置。

【請求項 28】 基板に陽極化成処理を施すために該基板の一方の面に接触させて使用される陽極化成用電極であって、

略中央部に非接触部を有し、前記非接触部の外側に接触部を有し、基板に陽極化成処理を施す際に、該基板に前記接触部を接触させて利用されることを特徴とする陽極化成用電極。

【請求項 29】 前記接触部は、前記非接触部を全周的に取り囲む形状を有することを特徴とする請求項 28 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 30】 前記接触部は、実質的に円環状の形状を有することを特徴とする請求項 28 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 31】 前記接触部に処理対象の基板を吸着させるための吸着機構を更に備えることを特徴とする請求項 28 乃至請求項 30 のいずれか 1 項に記載の陽極化成用電極。

【請求項 32】 前記吸着機構は、真空吸着機構であることを特徴とする請求項 31 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 33】 処理対象の基板を前記接触部に真空吸着させるための溝を更に有し、前記溝は、前記接触部に、該接触部と実質的に同心円状に配置されていることを特徴とする請求項 30 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 34】 少なくとも前記接触部は、多孔質材料で構成されていることを特徴とする請求項 28 乃至請求項 30 のいずれか 1 項に記載の陽極化成用電極。

【請求項 35】 処理対象の基板を前記接触部に吸着させるための吸着機構を更に備えることを特徴とする請求項 34 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 36】 前記多孔質材料で構成された部分を介

して処理対象の基板を吸引することにより該基板を前記接触部に吸着させるための吸着機構を更に備えることを特徴とする請求項 34 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 37】 前記接触部は、半導体材料で構成されていることを特徴とする請求項 28 乃至請求項 36 のいずれか 1 項に記載の陽極化成用電極。

【請求項 38】 前記接触部は、金属材料で構成されていることを特徴とする請求項 28 乃至請求項 36 のいずれか 1 項に記載の陽極化成用電極。

【請求項 39】 基板に陽極化成処理を施すために該基板の一方の面に接触させて使用される陽極化成用電極であって、

処理対象の基板を電極面に吸着させるための吸着機構を有することを特徴とする陽極化成用電極。

【請求項 40】 前記吸着機構は、真空吸着機構であることを特徴とする請求項 39 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 41】 前記真空吸着機構は、前記電極面に実質的に円環状に配置された真空吸着用の溝を有することを特徴とする請求項 40 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 42】 前記電極面を構成する部材は、多孔質材料からなることを特徴とする請求項 39 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 43】 前記吸着機構は、前記電極面を構成する多孔質材料からなる部材を介して処理対象の基板を吸引することにより該基板を前記電極面に吸着させることを特徴とする請求項 42 に記載の陽極化成用電極。

【請求項 44】 基板に陽極化成処理を施すために該基板の一方の面に接触させて使用される陽極化成用電極であって、

少なくとも処理対象の基板と接触する部分が多孔質材料で構成されていることを特徴とする陽極化成用電極。

【請求項 45】 基板の処理方法であって、
処理対象の基板の一方の面とマイナス電極との間に電解質溶液を満たすと共に、略中央部に非接触部を有し前記非接触部の外側に接触部を有するプラス電極を該基板の他方の面に接触させる工程と、
前記プラス電極と前記マイナス電極との間に電圧を印加する工程と、

を含むことを特徴とする基板の処理方法。

【請求項 46】 基板の処理方法であって、
処理対象の基板の一方の面とマイナス電極との間に電解質溶液を満たすと共に、プラス電極を該基板の他方の面に接触させる工程と、
前記プラス電極に前記基板を吸着させながら、前記プラス電極と前記マイナス電極との間に電圧を印加する工程と、

を含むことを特徴とする基板の処理方法。

【請求項 47】 基板の処理方法であって、
処理対象の基板の一方の面とマイナス電極との間に電解質溶液を満たすと共に、多孔質材料で構成された接触部

を有するプラス電極の該接触部を該基板の他方の面に接触させる工程と、
前記プラス電極と前記マイナス電極との間に電圧を印加する工程と、
を含むことを特徴とする基板の処理方法。

【請求項48】 基板の製造方法であって、
請求項45乃至請求項47に記載の処理方法によって基板の表面に多孔質層を形成する工程と、
前記多孔質層上に少なくとも半導体層を有する第1の基板を作成する工程と、
前記第1の基板の前記半導体層側の面に第2の基板を貼り合わせて貼り合わせ基板を作成する工程と、
前記多孔質層の部分で前記貼り合わせ基板を2枚の基板に分離する工程と、
を含むことを特徴とする基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、陽極化成装置、陽極化成用電極、基板の処理方法及び基板の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】多孔質シリコンは、A. Uhler及びD. R. Turnerにより、弗化水素酸の水溶液中において単結晶シリコンを正電位にバイアスして、これを電解研磨する研究の過程で発見された。

【0003】その後、多孔質シリコンの反応性に富む性質を利用して、該多孔質シリコンをシリコン集積回路の製造の際の素子分離工程に応用する検討がなされ、多孔質シリコン酸化膜による完全分離技術(FIPOS: Full Isolation by Porous Oxidized Silicon)等が開発された(K. Imai, Solid State Electron 24, 159, 1981)。

【0004】また、最近では、多孔質シリコン基板上にシリコンエピタキシャル層を成長させて、該基板を酸化膜を介して非晶質基板や単結晶シリコン基板に貼り合わせる直接接合技術等への応用技術が開発された(特開平5-21338号)。

【0005】その他の応用として、多孔質シリコンは、それ自体が発光するフォトルミネッセンスやエレクトロルミネッセンス材料としても注目されている(特開平6-338631号)。

【0006】以下、多孔質シリコン層を有する基板を製造するための従来の陽極化成装置について説明する。

【0007】図9は、第1の従来例に係る陽極化成装置の構成を示す図である。この陽極化成装置では、シリコン基板901の裏面を金属電極902に密着させ、シリコン基板901の表面の外周部の上にリング904を介して槽壁部材905を載置して陽極化成槽を形成する。そして、シリコン基板901に対向させて電極906を配置すると共に槽内にHF溶液903を満たした状態で、電極906をマイナス電極とし、金属電極902

をプラス電極として両電極間に直流電圧を印加することにより、シリコン基板901が陽極化成されて、そのマイナス電極側の面に多孔質シリコン層が形成される。

【0008】この陽極化成装置では、シリコン基板901の裏面の全面を金属電極902に押圧して接触させる構造を有するため、両者の接触面積が大きく、シリコン基板901が金属による汚染を受け易い。また、このような構造では、シリコン基板901の裏面又は金属電極902の表面に異物やパーティクル等が付着している場合に、それらによってシリコン基板901が局所的に変形し、その変形部分に電界が集中することによって化成異常が発生する可能性がある。また、シリコン基板901の全面を金属電極に接触させるために、陽極化成の終了後に、シリコン電極901を金属電極902から引き剥がすことが困難な場合がある。また、陽極化成の際に、シリコン基板901に形成された多孔質シリコン層に内部応力が発生し、これによりシリコン基板901が傘状に変形してシリコン基板901の裏面の一部が金属電極902から離れ、その結果、化成異常が生じる可能性がある。更に、この陽極化成装置では、多孔質化される領域がシリコン基板901の表面のうちリング904の内側の部分だけである。

【0009】図10は、第2の従来例に係る陽極化成装置(特開昭60-94737号)の構成を示す図である。この陽極化成装置では、上記の第1の従来例の幾つかの問題点が解決されている。この陽極化成装置は、シリコン基板1001を両側から挟むようにして、耐HF材料であるテフロン(米国du Pont社の商品名)製の陽極化成槽1002a及び1002bを配置して構成される。陽極化成槽1002a、1002bがシリコン基板1001を保持する部分には、シール用のリング1004a、1004bが夫々取り付けられている。また、陽極化成槽1002a、1002bには、夫々白金電極1003a、1003bが設けられている。2つの陽極化成槽1002a及び1002bによりシリコン基板1001を挟んだ後、陽極化成槽1002a、1002bには、夫々HF溶液1005a、1005bが満たされる。この状態で、白金電極1003aをマイナス電極とし、白金電極1003bをプラス電極として両電極間に直流電圧を印加することによりシリコン基板1001が陽極化成されて、そのマイナス電極側の面に多孔質シリコン層が形成される。

【0010】この陽極化成装置によれば、シリコン基板1001が電極に接触しないため、異物やパーティクルによる影響を受けにくく、また、金属による汚染が比較的小さい。しかし、この陽極化成装置では、第1の従来例と同様に、多孔質化される領域がシリコン基板1001の表面のうちリング1004aの内側の領域だけである。また、この陽極化成装置では、シリコン基板の表面側と裏面側の双方に陽極化成槽を取り付ける必要があ

るため、陽極化成のための準備作業が煩わしく、この作業を自動化する場合においても陽極化成槽自体を移動させる駆動機構が必要である。

【0011】図11は、第3の従来例に係る陽極化成装置（特開平6-310488号）の構成を示す図である。この陽極化成装置では、シリコン基板1101の周辺部をリング1006によってシールして、リング1006の内側の空間を減圧することによってシリコン基板1001をホルダ1004に真空吸着する。この時、リング1006の内側において、バネの力によって円盤状の電極1003aがシリコン基板1001の裏面に圧接される。シリコン基板1001を保持したホルダ1004は、HF溶液1007が満たされた陽極化成槽1002内に浸漬される。陽極化成槽1002には、シリコン基板1001に対向する位置に電極1003bが配置されている。

【0012】この状態で、電極1003aをプラス電極とし、電極1003bをマイナス電極として、両電極間に直流電流を印加することにより、シリコン基板1001の表面が化成処理されて多孔質シリコン層が形成される。この陽極化成装置によれば、シリコン基板1001の表面全体がHF溶液に接触するため、表面全体に多孔質シリコン層が形成される。

【0013】しかし、この陽極化成装置では、周辺部を除いてシリコン基板1001の裏面の全体に電極1103aが接触する。従って、シリコン基板1001が電極1103aによる汚染を受けやすい。また、シリコン基板1001の裏面又は電極1003aの表面に異物やパーティクル等が付着している場合に、それらによってシリコン基板1001が局所的に変形し、その変形部分に電界が集中することによって化成異常が発生する可能性がある。また、この陽極化成装置では、シリコン基板1001の全面を電極1003aに接触させるために、陽極化成の終了後に、シリコン電極1001を電極1003aから引き剥がすことが困難な場合がある。また、この陽極化成装置では、陽極化成の際に、シリコン基板1001に形成された多孔質シリコン層に内部応力が発生し、これによりシリコン基板1001が傘状に変形してシリコン基板1001の裏面の一部が電極1003aから離れ、その結果、化成異常が生じる可能性がある。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】 多孔質シリコン層を有する基板をより有用に利用するためには、第1に、電極等によるシリコン基板の汚染を低減すること、第2に、異物やパーティクルによるシリコン基板の局所的な変形や内部応力によるシリコン基板の変形に起因する化成異常の発生を低減すること、第3に、所望の分布（例えば、均一な分布）を有する多孔質シリコン層を形成すること、第4に、シリコン基板の広い領域に多孔質シリコン層を形成することが好ましい。

【0015】本発明は、例えば、上記の背景に鑑みてなされたものであり、新たな構造を有する陽極化成装置及びそれに関連する装置を提供することを目的とする。

【0016】具体的には、本発明は、例えば、処理対象の基板の汚染を低減することを目的とする。

【0017】また、本発明は、例えば、化成異常の発生を防止することを目的とする。

【0018】また、本発明は、例えば、所望の分布を有する多孔質層を形成することを目的とする。

【0019】また、本発明は、例えば、広い領域に多孔質層を形成することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】 本発明の第1の側面に係る陽極化成装置は、基板に陽極化成処理を施すための陽極化成装置であって、マイナス電極と、略中央部に非接触部を有し、前記非接触部の外側に接触部を有するプラス電極と、前記マイナス電極と処理対象の基板との間に電解質溶液を満たすための陽極化成槽とを備え、前記マイナス電極と処理対象の基板の一方の面との間に電解質溶液を満たすと共に前記プラス電極の接触部を処理対象の基板の他方の面に直接接触させた状態で、該基板に陽極化成処理を施すために使用されることを特徴とする。

【0021】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極の接触部は、前記非接触部を全周的に取り囲む形状を有することが好ましい。

【0022】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極の接触部は、実質的に円環状の形状を有することが好ましい。

【0023】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、処理対象の基板を前記プラス電極の接触部に吸着させるための吸着機構を更に備えることが好ましい。

【0024】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記吸着機構は、真空吸着機構であることが好ましい。

【0025】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、処理対象の基板を前記プラス電極の接触部に吸着させるための吸着機構を更に備え、前記吸着機構は、前記接触部に、該接触部と実質的に同心円状に配置された真空吸着用溝を有することが好ましい。

【0026】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極のうち少なくとも前記接触部は、多孔質材料で構成されていることが好ましい。

【0027】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極は、処理対象の基板を吸着するための吸着機能を有することが好ましい。

【0028】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極のうち多孔質材料で構

成された部分を介して処理対象の基板を吸引することにより該基板を前記プラス電極の接触部に吸着させるための吸着機構を更に備えることが好ましい。

【0029】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極の接触部は、半導体材料で構成されていることが好ましい。

【0030】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極の接触部は、金属材料で構成されていることが好ましい。

【0031】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極を処理対象の基板に近づけたり遠ざけたりするための駆動機構を更に備えることが好ましい。

【0032】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽は、処理対象の基板を保持すべき位置に開口部を有し、前記開口部を塞ぐようにして該基板を保持することによって、前記マイナス電極と該基板の一方の面との間に電解質溶液を満たすことができる状態になることが好ましい。

【0033】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽は、処理対象の基板が保持された状態において、前記開口部を通して前記プラス電極の接触部を該基板に接触させることが可能な構造を有することが好ましい。

【0034】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記陽極化成槽は、処理対象の基板を保持する基板保持部を有することが好ましい。

【0035】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記保持部は、処理対象の基板を前記他方の面の周辺部で保持することが好ましい。

【0036】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記保持部は、処理対象の基板を水平に保持することが好ましい。

【0037】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記マイナス電極は、処理対象の基板の上方に配置されることが好ましい。

【0038】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記マイナス電極は、貫通した多数の穴を有することが好ましい。

【0039】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、基板の処理の際に陽極化成反応により発生するガスが前記マイナス電極の下部に溜まることを防止するための手段を更に備えることが好ましい。

【0040】本発明の第1の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極と前記マイナス電極との間に電圧を印加する電源を更に備えることが好ましい。

【0041】本発明の第2の側面に係る陽極化成装置は、基板に陽極化成処理を施すための陽極化成装置であって、マイナス電極と、プラス電極と、前記マイナス電

極と処理対象の基板との間に電解質溶液を満たすための陽極化成槽と、処理対象の基板を前記プラス電極に吸着させるための吸着機構とを備えることを特徴とする。

【0042】本発明の第2の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記吸着機構は、真空吸着機構であることが好ましい。

【0043】本発明の第2の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記真空吸着機構は、前記プラス電極の表面に実質的に円環状に配置された真空吸着用の溝を有することが好ましい。

【0044】本発明の第2の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記プラス電極のうち少なくとも処理対象の基板と接触する部分は、多孔質材料で構成されていることが好ましい。

【0045】本発明の第2の側面に係る陽極化成装置において、例えば、前記吸着機構が、前記プラス電極のうち多孔質材料で構成された部分を介して処理対象の基板を吸引することにより該基板を前記プラス電極に吸着させることが好ましい。

【0046】本発明の第3の側面に係る陽極化成装置は、基板に陽極化成処理を施すための陽極化成装置であって、マイナス電極と、多孔質材料で構成された接触部を有するプラス電極と、前記マイナス電極と処理対象の基板との間に電解質溶液を満たすための陽極化成槽とを備え、前記マイナス電極と処理対象の基板の一方の面との間に電解質溶液を満たすと共に前記プラス電極の接触部を処理対象の基板の他方の面に直接接触させた状態で、該基板に陽極化成処理を施すために使用されることを特徴とする。

【0047】本発明の第4の側面に係る陽極化成用電極は、基板に陽極化成処理を施すために該基板の一方の面に接触させて使用される陽極化成用電極であって、略中央部に非接触部を有し、前記非接触部の外側に接触部を有し、基板に陽極化成処理を施す際に、該基板に前記接触部を接触させて利用されることを特徴とする。

【0048】本発明の第4の側面に係る陽極化成用電極において、例えば、前記接触部は、前記非接触部を全周的に取り囲む形状を有することが好ましい。

【0049】本発明の第4の側面に係る陽極化成用電極において、例えば、前記接触部は、実質的に円環状の形状を有することが好ましい。

【0050】本発明の第4の側面に係る陽極化成用電極において、例えば、前記接触部に処理対象の基板を吸着させるための吸着機構を更に備えることが好ましい。

【0051】本発明の第4の側面に係る陽極化成用電極において、例えば、前記吸着機構は、真空吸着機構であることが好ましい。

【0052】本発明の第4の側面に係る陽極化成用電極において、例えば、処理対象の基板を前記接触部に真空吸着させるための溝を更に有し、前記溝は、前記接触部

に、該接触部と実質的に同心円状に配置されていることが好ましい。

【0053】本発明の第4の側面に係る陽極化成用電極において、例えば、少なくとも前記接触部は、多孔質材料で構成されていることが好ましい。

【0054】本発明の第4の側面に係る陽極化成用電極において、例えば、処理対象の基板を前記接触部に吸着させるための吸着機構を更に備えることが好ましい。

【0055】本発明の第4の側面に係る陽極化成用電極において、例えば、前記多孔質材料で構成された部分を介して処理対象の基板を吸引することにより該基板を前記接触部に吸着させるための吸着機構を更に備えることが好ましい。

【0056】本発明の第4の側面に係る陽極化成用電極において、例えば、前記接触部は、半導体材料で構成されていることが好ましい。

【0057】本発明の第4の側面に係る陽極化成用電極において、例えば、前記接触部は、金属材料で構成されていることが好ましい。

【0058】本発明の第5の側面に係る陽極化成用電極は、基板に陽極化成処理を施すために該基板の一方の面に接触させて使用される陽極化成用電極であって、処理対象の基板を電極面に吸着させるための吸着機構を有することを特徴とする。

【0059】本発明の第5の側面に係る陽極化成用電極において、例えば、前記吸着機構は、真空吸着機構であることが好ましい。

【0060】本発明の第5の側面に係る陽極化成用電極において、例えば、前記真空吸着機構は、前記電極面に実質的に円環状に配置された真空吸着用の溝を有することが好ましい。

【0061】本発明の第5の側面に係る陽極化成用電極において、例えば、前記電極面を構成する部材は、多孔質材料からなることが好ましい。

【0062】本発明の第5の側面に係る陽極化成用電極において、例えば、前記吸着機構は、前記電極面を構成する多孔質材料からなる部材を介して処理対象の基板を吸引することにより該基板を前記電極面に吸着させることが好ましい。

【0063】本発明の第6の側面に係る陽極化成用電極は、基板に陽極化成処理を施すために該基板の一方の面に接触させて使用される陽極化成用電極であって、少なくとも処理対象の基板と接触する部分が多孔質材料で構成されていることを特徴とする。

【0064】本発明の第7の側面に係る基板の処理方法は、処理対象の基板の一方の面とマイナス電極との間に電解質溶液を満たすと共に、略中央部に非接触部を有し前記非接触部の外側に接触部を有するプラス電極を該基板の他方の面に接触させる工程と、前記プラス電極と前記マイナス電極との間に電圧を印加する工程とを含むこ

とを特徴とする。

【0065】本発明の第8の側面に係る基板の処理方法は、処理対象の基板の一方の面とマイナス電極との間に電解質溶液を満たすと共に、プラス電極を該基板の他方の面に接触させる工程と、前記プラス電極に前記基板を吸着させながら、前記プラス電極と前記マイナス電極との間に電圧を印加する工程とを含むことを特徴とする。

【0066】本発明の第8の側面に係る基板の処理方法は、処理対象の基板の一方の面とマイナス電極との間に電解質溶液を満たすと共に、多孔質材料で構成された接触部を有するプラス電極の該接触部を該基板の他方の面に接触させる工程と、前記プラス電極と前記マイナス電極との間に電圧を印加する工程とを含むことを特徴とする。

【0067】本発明の第9の側面に係る基板の製造方法は、上記の処理方法によって基板の表面に多孔質層を形成する工程と、前記多孔質層上に少なくとも半導体層を有する第1の基板を作成する工程と、前記第1の基板の前記半導体層側の面に第2の基板を貼り合わせて貼り合わせ基板を作成する工程と、前記多孔質層の部分で前記貼り合わせ基板を2枚の基板に分離する工程とを含むことを特徴とする。

【0068】

【発明の実施の形態】 まず、本発明の好適な実施の形態に係る陽極化成装置により製造される多孔質シリコン層を有する基板の代表的な適用例としてSOI基板の製造方法について説明する。

【0069】図8は、本発明の好適な実施の形態に係るSOI基板の製造方法を工程順に説明する図である。

【0070】図8(a)に示す工程では、単結晶Si基板11を準備して、後述の各実施の形態に係る陽極化成装置によって、その表面に多孔質Si層12を形成する。この多孔質Si層12として、処理条件を段階的に変更することによって、多孔度の異なる複数の層からなる多層構造の多孔質層を形成してもよい。

【0071】次いで、図8(b)に示す工程では、多孔質Si層12上に非多孔質層である単結晶Si層13をエピタキシャル成長法により形成し、その後、単結晶Si層13の表面を酸化させることにより非多孔質の絶縁層であるSiO₂層14を形成する。これにより、第1の基板10が形成される。

【0072】図8(c)に示す工程では、第2の基板20として単結晶Si基板を準備し、第1の基板10のSiO₂層14が第2の基板20に面するように、第1の基板10と第2の基板20とを室温で密着させる。その後、この基板に、陽極接合、加圧若しくは熱処理又はこれらを組合わせた処理を施してもよい。この処理により、第2の基板20とSiO₂層14が強固に結合した貼り合わせ基板30が形成される。なお、SiO₂層14は、上記のように単結晶Si基板11側に形成しても

良いし、第2の基板20上に形成しても良く、両者に形成しても良く、結果として、第1の基板と第2の基板を密着させた際に、図8(c)に示す状態になれば良い。

【0073】図8(d)に示す工程では、貼り合わせ基板30を多孔質Si層12の部分で分離する。これにより、第2の基板側(10''+20)は、多孔質Si層12''/単結晶Si層13/絶縁層14/単結晶Si基板20の積層構造となる。一方、第1の基板側(10')は、単結晶Si基板11上に多孔質Si層12'を有する構造となる。

【0074】分離後の第1の基板側(10')は、残留した多孔質Si層12'を除去し、必要に応じて、その表面を平坦化することにより、再び第1の基板10を形成するための単結晶Si基板11又は第2の基板20として使用される。

【0075】貼り合わせ基板30を分離した後、図8(e)に示す工程では、第2の基板側(10''+20)の表面の多孔質層12''を選択的に除去する。これにより、単結晶Si層13/絶縁層14/単結晶Si基板20の積層構造、即ち、SOI構造を有する基板が得られる。

【0076】陽極化成反応によるシリコン基板の多孔質化、即ち、細孔の形成処理は、例えばHF溶液中で行われる。この処理には、シリコン基板中に正孔が存在することが不可欠であることが知られており、その反応メカニズムは、次のように推定される。

【0077】まず、HF溶液中で電界が印加されたシリコン基板内の正孔が該シリコン基板のマイナス電極側の表面に誘起される。その結果、シリコン基板の表面の未結合手を補償する形で存在しているSi-H結合の密度が増加する。この時、マイナス電極側のHF溶液中のF⁻イオンが、Si-H結合に対して求核攻撃を行ってSi-F結合を形成する。この反応によりH₂分子が発生すると同時にプラス電極側に1個の電子が放出される。

【0078】Si-F結合が形成されると、Si-F結合の分極特性のためにシリコン基板の表面近傍のSi-Si結合が弱くなる。すると、この弱いSi-Si結合は、HF或いはH₂Oに攻撃され、結晶表面のSi原子は、SiF₄を形成して結晶表面から離脱する。その結果、結晶表面に窪みが発生し、この部分に正孔を優先的に引き寄せる電場の分布(電界集中)が生じ、この表面異質性が拡大することによりシリコン原子の蝕刻が電界に沿って連続的に進行する。なお、陽極化成に使用する溶液は、HF溶液に限定されず、他の電解質溶液であってもよいが、以下の実施の形態では、電解質溶液としてHF溶液を採用した場合について説明する。

【0079】以下、本発明の好適な実施の形態に係る陽極化成装置について説明する。

【0080】〔第1の実施の形態〕図1は、本発明の第1の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図

である。図2は、図1に示す陽極化成装置100の陽極化成槽102の概略的な構成を示す斜視図である。図3は、図1に示す陽極化成装置100のプラス電極110の概略構成を示す斜視図である。

【0081】この陽極化成装置100は、シリコン基板101を保持することにより、内部にHF溶液107を満たすことが可能な状態になる陽極化成槽102を有する。陽極化成槽102は、耐弗化水素酸性の材料、例えば、四弗化エチレン樹脂(テフロンの商品名で知られている)、ポリプロピレン、又はポリエチレン等で構成される。陽極化成槽102は、シリコン基板101を保持すべき側壁部に開口部103を有する。開口部103は、例えば、保持すべきシリコン基板101よりも小さい直径を有する円形状の形状を有する。

【0082】陽極化成槽102の内側には、開口部103に沿って吸着パッド104が取り付けられている。吸着パッド104は、例えば円環状の形状を有する。吸着パッド104の表面には、シリコン基板101を吸着するための吸着機構として、真空吸着用の円環状の溝104aが形成されている。この溝104aは、陽極化成槽102の内部の吸引孔102aを介して真空ライン105に通じている。この真空ライン105は、真空ポンプ(不図示)に接続される。吸引孔102a及び真空ライン105を介して真空ポンプによって溝104a内の減圧することにより、吸着パッド104にシリコン基板101を吸着させることができる。このように、シリコン基板101をその裏面でのみ保持することにより、シリコン基板101の表面の略全面に多孔質層を形成することができる。

【0083】吸着パッド104によりシリコン基板101を保持した陽極化成槽102には、陽極化成用の電解質溶液の1つであるHF溶液107が満たされる。HF溶液107には、反応生成物であるH₂等の気泡をシリコン基板101の表面から効率的に除去するために、エタノールやイソプロピルアルコール等のアルコール類を混ぜてもよい。

【0084】陽極化成槽102には、シリコン基板101に対向する位置にマイナス電極106が取り付けられている。マイナス電極106としては、例えば、耐弗化水素酸性の材料である白金で構成された電極、白金で被覆された電極、シリコン材料からなる電極、シリコン材料で被覆された電極等が好適である。マイナス電極106の形状は、例えば、シリコン基板101と同一の直径を有する円盤状であることが好ましい。マイナス電極106は、電源115のマイナス端子に接続されている。

【0085】この陽極化成装置100では、シリコン基板101の裏面、即ち、多孔質シリコン層を形成しない面には、陽極化成槽103の開口部103を通してプラス電極110を直接接触させる。具体的には、プラス電極110をアクチュエータ114により押し出すことに

より、該プラス電極110をシリコン基板101の裏面に当接させる。アクチュエータ114は、例えば、エアシリンダで構成することができる。プラス電極110は、電源115のプラス端子に接続されている。

【0086】プラス電極110としては、例えば、白金等の金属で構成された電極、シリコン材料からなる電極、シリコン材料で被覆された電極、導電性ポリマーで構成された電極等が好適である。プラス電極110がシリコン基板101に接触する部分をシリコン材料で構成することにより、シリコン基板101の汚染を効果的に防止することができる。

【0087】プラス電極110がシリコン基板101に接触する部分は、この実施の形態では、円環状の形状を有する。ここで、プラス電極110の中心軸とシリコン基板101との中心軸が略一致するように、プラス電極110と吸着パッド104との位置関係が決定されていることが好ましい。

【0088】プラス電極110の幅（外周の半径と内周の半径との差）は、特に限定されない。ただし、プラス電極110の幅を小さくし過ぎると、シリコン基板101とプラス電極110との間で接触不良が生じるという問題がある。逆に、プラス電極110の幅を大きくし過ぎると、接触面積の増大によってシリコン基板110が汚染される可能性が高くなるという問題や、シリコン基板101とプラス電極110との間に異物やパーティクル等が付着する可能性が高くなるという問題がある。なお、シリコン基板101とプラス電極110との間に異物やパーティクル等が付着すると、シリコン基板101の局所的な変形による化成異常が発生する可能性がある。

【0089】プラス電極110の幅は、例えば、1.5mm～15mm程度であることが好ましく、3mm～5mm程度であることが更に好ましい。プラス電極110の幅が3mm～5mm程度であっても、形成される多孔質シリコン層の厚さ等の分布は比較的均一になることが確認されている。ただし、プラス電極110の最適な幅は、例えば、処理すべきシリコン基板101の直径、厚さ、HF溶液（電解質溶液）107の組成、陽極化成時にマイナス電極106とプラス電極110との間に流す電流の大きさ、プラス電極110の平均直径（外径と内径との平均）等の種々の要素によって変化する。

【0090】以上のように、プラス電極110がシリコン基板101に接触する部分を円環状の形状とすることにより、第1に、両者が接触する部分の面積を小さくしてシリコン基板101の汚染の可能性を低減することができる。また、第2に、プラス電極110とシリコン基板101との間に異物やパーティクル等が挟まることによる問題、即ち、シリコン基板101が局所的に変形してその変形部分に電界が集中することにより化成異常の発生を低減することができる。また、第3に、シリコン

基板101に対して比較的均一な電界を与えることができるため、形成される多孔質シリコン層の厚さ等を均一化することができる。

【0091】上記のプラス電極110の構造、即ち、シリコン基板101に接触する部分（接触部）が円環状の形状を有する構造は、例えば、中央部に非接触部（プラス電極がシリコン基板に接触しない部分）を有し、その外側に接触部を有する構造、或いは、中央部に非接触部を有し、該非接触部を全周的に取り囲むような接触部を有する構造の一例として捉えることができる。

【0092】この実施の形態では、プラス電極110には、シリコン基板101との接触を良好に維持するために吸着機構111aが設けられている。この実施の形態は、吸着機構111aとして真空吸着機構を採用した例であり、シリコン基板101を吸着するための円環状の溝を有し、該溝は、吸引孔110b及び真空ライン113を介して真空ポンプ（不図示）に接続されている。

【0093】このような吸着機構を設けることにより、陽極化成の際に発生する内部応力によってシリコン基板101が変形することに起因してプラス電極110とシリコン基板101とが非接触状態になることを防止することができる。従って、化成異常の発生を効果的に防止することができる。

【0094】この実施の形態では、プラス電極110を大気中において直接シリコン基板101に接触させるため、例えば、上記のような吸着機構の構成を簡略化することができると共に陽極化成工程の自動化のための設計が容易になる。

【0095】また、この実施の形態では、プラス電極110は、アクチュエータ114により駆動される。具体的には、プラス電極110は、絶縁部材111を介してアクチュエータ114のロッド112に連結されており、アクチュエータ114によりシリコン基板101に当接されたり、逆に、シリコン基板101から引き離されたりする。

【0096】（実施例）この実施例は、直径が8インチ、比抵抗が0.01～0.02Ωcmであるシリコン基板101を処理対象の基板とした場合の陽極化成装置の設計例及び使用例に関する。なお、この実施例に係る陽極化成装置は、オリエンテーションフラット付きの基板及びノッチ付きの基板の双方に対応可能である。

【0097】陽極化成槽102は、四弗化エチレン系樹脂（商品名：テフロン）で構成されている。また、陽極化成槽102は、上部にシリコン基板101を出し入れするための開口部を有する他、シリコン基板101を保持すべき側壁に直径180mmの開口部103を有する。

【0098】陽極化成槽102の内側には、開口部103に沿って、内径184mm、外径202mmの円環状の溝が設けられており、この溝には、弗素樹脂系である

パーフロエチレン製の吸着パッド 104 がはめ込まれている。吸着パッド 104 の表面には、内径 186 mm、外径 188 mm、深さ 2 mm の円環状の吸着用の溝 104a が形成されている。この溝 104a は、吸引孔 102a を介して真空ライン 105 に通じている。

【0099】この吸着パッド 104 を用いることによって、直径 8 インチの JEIDA 規格のオリエンテーションフラット付きのシリコン基板（オリエンテーションフラット部の半径は 95.5 mm）であっても、該基板の中心と吸着パッド 104 の中心とを合わせることに
10 により、オリエンテーションフラットの向きに拘らず、吸着パッド 104 によって保持することができる。また、ノッチ付きのシリコン基板についても、ノッチの向きに拘らず吸着パッド 104 によって保持することができる。

【0100】陽極化成槽 102 の内壁には、開口部 103 に対向する位置に、直径 200 mm、厚さ 0.2 mm の白金製のマイナス電極 106 が設けられており、陽極化成槽 102 の側壁を貫通してリード線が引き出されている。

【0101】プラス電極 110 は、シリコン基板 101
20 との接触面として、外径 160 mm、内径 152 mm の円環状の接触面を有する。この接触面には、幅 1 mm の真空吸着用の溝 110a が形成されており、この溝 110a は、吸引孔 110b を介して真空ライン 113 に通じている。プラス電極 110 は、アルミニウムで構成されている。

【0102】以上の構成からなる陽極化成装置 100 を用いて、以下のようにしてシリコン基板 101 に多孔質層を形成した。

【0103】まず、陽極化成槽 102 の吸着パッド 10
30 4 に、直径が 8 インチ、比抵抗が 0.01~0.02 Ω cm であるオリエンテーションフラット付き又はノッチ付きのシリコン基板 101 を吸着させた。次いで、49% 弗化水素酸とエタノールを 2:1 の割合で混合した HF 溶液 107 を陽極化成槽 102 の内部に満たした。

【0104】次いで、アクチュエータ 114 を駆動して、プラス電極 110 をシリコン基板 101 の裏面に当接させ、その後、吸着機構 110a によりシリコン基板 101 をプラス電極 110 に吸着させた。

【0105】次いで、電源 115 を作動させて、プラス
40 電極 110 とマイナス電極 106 との間に 2.56 A の定電流を 10 分間流した。

【0106】この条件の下で、シリコン基板 101 の表面に平均厚さが約 11 μ m の多孔質シリコン層を形成することができた。形成された多孔質シリコン層は、プラス電極 110 との接触部の反対側の領域の厚さを基準として、中心部及び最外周部の厚さが該基準に対して約 8% 薄い同心円状の分布を有していた。この分布を有する多孔質シリコン層は、例えば、前述の SOI 基板の製造において十分に実用的である。

【0107】〔第 2 の実施の形態〕図 4 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。図 5 は、図 4 に示す陽極化成装置 200 の陽極化成槽 202 の概略構成を示す斜視図である。この陽極化成装置 200 は、シリコン基板 101 を水平に保持して処理する点で第 1 の実施の形態に係る陽極化成装置 100 と異なる。なお、第 1 の実施の形態に係る陽極化成装置 100 と実質的に同一の機能を有する部材には同一の符号を付している。ここでは、第 1 の実施の形態に係る陽極化成装置 100 との相違点に関してのみ説明する。

【0108】陽極化成槽 202 は、その底部に、プラス電極 110 をシリコン基板 101 の裏面に接触させるための開口部 203 を有する。そして、陽極化成槽 202 の底部の内壁には、該開口部 203 の周辺に沿って円環状の吸着パッド 204 が取り付けられている。

【0109】吸着パッド 204 の吸着面には、シリコン基板 101 を真空吸着するための円環状の溝 204a が形成されている。この溝 204a は、吸引孔 202a 及び真空ライン 205 を介して真空ポンプ（不図示）に接続される。吸引孔 202a 及び真空ライン 205 を介して真空ポンプによって溝 204a 内の減圧することにより、吸着パッド 204 にシリコン基板 101 を吸着させることができる。このように、シリコン基板 101 をその裏面でのみ保持することにより、シリコン基板 101 の表面の略全面に多孔質層を形成することができる。

【0110】陽極化成処理を実施する際には、シリコン基板 101 の上部にマイナス電極 206 が配置される。マイナス電極 206 は、陽極化成反応によって生じるガス（主に、水素ガス）が該マイナス電極 206 の下部に溜まることを避けるために、例えば直径数 mm 程度の多数の穴 206a を有する。また、マイナス電極 206 としては、例えば、耐弗化水素酸性の材料である白金で構成された電極、白金で被覆された電極、シリコン材料からなる電極、シリコン材料で被覆された電極等が好適である。マイナス電極 206 の形状は、例えば、シリコン基板 101 と同一の直径を有する円盤状であることが好ましい。マイナス電極 206 は、電源 115 のマイナス端子に接続されている。

【0111】この陽極化成装置 200 では、マイナス電極 206 を陽極化成槽 202 から取り出した状態で、シリコン基板 101 を陽極化成槽 202 にセット（即ち、吸着パッド 204 によって保持）する。また、この陽極化成装置 200 では、第 1 の実施の形態に係る陽極化成装置 100 と同様に、シリコン基板 101 を陽極化成槽 202 にセットすることにより、陽極化成槽 202 に HF 溶液 107 を満たすことができる状態となる。

【0112】また、シリコン基板 101 を吸着パッド 204 から取り外す際は、事前に、陽極化成槽 202 内の
50 HF 溶液 107 を排出する。

【0113】（実施例1）この実施例は、直径8インチ、比抵抗0.01~0.02Ωcmのp型シリコン基板101を処理対象基板とした場合の陽極化成装置の設計例及び使用例に関する。なお、この設計例に係る陽極化成装置は、オリエンテーションフラットを有する基板及びノッチを有する基板の双方を処理することができる。

【0114】陽極化成槽202は、四弗化エチレン樹脂（商品名：テフロン）で構成されている。また、陽極化成槽202は、上部にシリコン基板101を出し入れするための開口部を有する他、底部にシリコン基板101にプラス電極110を接触させるための開口部203を有する。

【0115】陽極化成槽202の底部の内側には、開口部203に沿って、内径184mm、外径202mmの円環状の溝が設けられており、この溝には、弗素樹脂系であるパーフロエチレン製の吸着パッド204がはめ込まれている。吸着パッド204の表面には、内径186mm、外径188mm、深さ2mmの円環状の吸着用の溝204aが形成されている。この溝204aは、吸引孔202aを介して真空ライン205に通じている。

【0116】この吸着パッド204を用いることによって、直径8インチのJEIDA規格のオリエンテーションフラット付きのシリコン基板（オリエンテーションフラット部の半径は95.5mm）であっても、該基板の中心と吸着パッド204の中心とを合わせることで、オリエンテーションフラットの向きに拘らず、吸着パッド204によって保持することができる。また、ノッチ付きのシリコン基板についても、ノッチの向きに拘らず吸着パッド204によって保持することができる。

【0117】マイナス電極206は、直径200mm、厚さ0.2mmの円盤状の白金で構成されている。また、マイナス電極206には、陽極化成反応によって発生するガス（主に水素ガス）が該マイナス電極206の下部に溜まることを防止するために、直径2mmの穴206aが4mmの間隔で格子状に設けられている。

【0118】プラス電極110は、シリコン基板101との接触面として、外径160mm、内径152mmの円環状の接触面を有する。この接触面には、幅1mmの真空吸着用の溝110aが形成されており、この溝110aは、吸引孔110bを介して真空ライン113に通じている。プラス電極110は、アルミニウムで構成されている。

【0119】以上の構成からなる陽極化成装置200を用いて、以下のようにしてシリコン基板101に多孔質層を形成した。

【0120】まず、吸着パッド204に、直径が8インチ、比抵抗が0.01~0.02Ωcmであるオリエンテーションフラット又はノッチ付きのシリコン基板101を取り付けた。次いで、49%弗化水素酸とエタノー

ルを2:1の割合で混合したHF溶液107を陽極化成槽202の内部に満たした。

【0121】次いで、マイナス電極206をHF溶液107中に浸漬し、シリコン基板101に平行（即ち、水平）に配置した。

【0122】次いで、アクチュエータ114を駆動して、プラス電極110を上昇させてシリコン基板101の裏面に当接させ、その後、吸着機構110aによりシリコン基板101をプラス電極110に吸着させた。

【0123】次いで、電源115を動作させて、プラス電極110とマイナス電極206との間に2.56Aの定電流を10分間流した。

【0124】この条件の下で、シリコン基板の表面に平均厚さが約11μmの多孔質シリコン層を形成することができた。形成された多孔質シリコン層は、プラス電極110との接触部の反対側の領域の厚さを基準として、中心部及び最外周部の厚さが該基準に対して約8%薄い同心円状の分布を有していた。この分布を有する多孔質シリコン層は、例えば、前述のSOI基板の製造において十分に実用的である。

【0125】（実施例2）この実施例は、直径12インチのノッチ付きのシリコン基板101を処理対象基板とした場合の陽極化成装置の設計例に関する。実施例1との相違点に関してのみ説明する。

【0126】プラス電極110は、シリコン基板101との接触面として、外径200mm、内径140mmの円環状の接触面を有する。この接触面には、幅1mmの真空吸着用の溝110aを同心円状に2重に設けられている。この2重の溝110aは、吸引孔110bを介して真空ライン112に通じている。プラス電極110は、ステンレススチールの部材にp型シリコンをスパッタリング法によってコーティングして形成されている。陽極化成槽202の底部には、直径275mmの開口部203が設けられている。吸着パッド204の外径は310mm、内径は290mmである。

【0127】以上の構成からなる陽極化成装置200により、シリコン基板の表面に平均厚さが約11μmの多孔質シリコン層を形成することができた。形成された多孔質シリコン層は、プラス電極110との接触部の反対側の領域の厚さを基準として、中心部及び最外周部の厚さが該基準に対して約8%薄い同心円状の分布を有していた。この分布を有する多孔質シリコン層は、例えば、前述のSOI基板の製造において十分に実用的である。

【0128】〔第3の実施の形態〕図6は、本発明の第3の実施の形態に係るプラス電極及びその支持体の概略構成を示す図である。図7は、図6に示すプラス電極及びその支持体の概略構成を示す斜視図である。

【0129】この実施の形態に係るプラス電極602は、例えば、第1及び第2の実施の形態に係る陽極化成装置のプラス電極110の代わりに使用することができ

る。

【0130】プラス電極602は、導電性の多孔質材料からなる円環状の部材で構成されている。プラス電極602は、円環状の溝を有する電極支持体601にはめ込まれ、該電極支持体601によって支持されている。プラス電極602の外側の側壁と電極支持体601との間、プラス電極602の内側の側壁と電極支持体601との間には、夫々シール用のOリング603、604が取り付けられている。そして、このOリング603及び604により電極支持体601内に密閉空間606が形成されている。密閉空間606は、真空ライン605を介して真空ポンプ（不図示）に接続される。この真空ポンプによって密閉空間606を減圧することにより、多孔質材料からなるプラス電極602の表面にシリコン基板101を吸着することができる。

【0131】プラス電極602は多孔質材料で構成されているため、プラス電極602の内部の他、その表面には多数の孔がある。従って、プラス電極602の表面や保持すべきシリコン基板101の裏面に異物やパーティクル等が付着した場合においても、この孔にその異物やパーティクル等が入り込む可能性が高いために、異物やパーティクル等による影響、即ち、シリコン基板101の局所的な変形が小さい。即ち、このプラス電極602によれば、シリコン基板101の局所的な変形に起因する化成異常の発生を低減することができる。

【0132】この効果は、多孔質材料からなるプラス電極602を採用することによってプラス電極602とシリコン基板101との実効的な接触面積が小さくなることによるものと考えられることもできる。

【0133】また、多孔質材料からなるプラス電極602を採用することにより、プラス電極602とシリコン基板101との実効的な接触面積を小さく抑えながら、プラス電極602とシリコン基板101とが接触する領域を大きくすることができるため、シリコン基板101の広い領域に対して均一な電位を印加することが容易である。

【0134】また、多孔質材料からなるプラス電極602を採用することにより、プラス電極602とシリコン基板101との実効的な接触面積を小さく抑えながら、シリコン基板101の広い領域を吸着することができるため、陽極化成処理の際の内部応力等によるシリコン基板101の変形を効果的に抑制することができる。

【0135】プラス電極602は、リード線607を介して、例えば電源115のプラス端子に接続される。電極支持体601は、例えば、アクチュエータ114のロッド112によって駆動される。

【0136】なお、この実施の形態では、多孔質材料からなる円環状のプラス電極602を採用しているが、多孔質材料からなる円盤状のプラス電極を採用してもよい。

【0137】なお、この実施の形態では、プラス電極がシリコン基板に接触する部分を全て多孔質材料で構成しているが、プラス電極とシリコン基板との接触部の一部のみを多孔質材料で構成してもよい。

【0138】（実施例）この実施例は、図6及び図7に示すプラス電極602を第2の実施の形態に係るプラス電極110の代わりに使用した場合の陽極化成装置の設計例及び使用例に関する。また、この実施例は、直径12インチのノッチ付きのシリコン基板101を処理対象基板とした場合の例である。

【0139】プラス電極602は、外径200mm、内径140mm、厚さ10mmの円環状の形状を有する多孔質のp型多孔質シリコンで構成されている。電極支持体601は、ステンレススチールで構成されている。陽極化成槽202の底部には、直径27.5mmの開口部203が設けられている。吸着パッド204の外径は310mm、内径は290mmである。

【0140】以上の構成からなる陽極化成装置により、シリコン基板の表面に平均厚さが約11 μ mの多孔質シリコン層を形成することができた。形成された多孔質シリコン層は、プラス電極602との接触部の反対側の領域の厚さを基準として、中心部及び最外周部の厚さが該基準に対して約8%薄い同心円状の分布を有していた。この分布を有する多孔質シリコン層は、例えば、前述のSOI基板の製造において十分に実用的である。

【0141】

【発明の効果】本発明によれば、例えば、略中央部に非接触部を有し、その外側に接触部を有するプラス電極を採用することにより、例えば、基板とプラス電極との接触面積を小さくすることができ、これにより基板の汚染を低減することができる。

【0142】また、本発明によれば、例えば、上記の所定の形状を有するプラス電極を採用することにより、例えば、処理対象の基板とプラス電極との接触面積を小さくすることができ、基板とプラス電極との間の異物やパーティクル等による基板の変形に起因する化成異常の発生を防止することができる。

【0143】また、本発明によれば、例えば、基板とプラス電極との接触面積を小さくした場合においても、上記の所定の形状を有するプラス電極を採用することにより、形成される多孔質層の分布を適正化することができる。

【0144】また、本発明によれば、例えば、基板を片面（プラス電極と接触する面）の周辺部で保持することにより、例えば、該基板の広い領域に多孔質層を形成することができる。

【0145】また、本発明によれば、例えば、処理対象の基板をプラス電極に吸着させることにより、例えば、内部応力等による基板の変形に起因する化成異常の発生を効果的に防止することができる。

【0146】また、本発明によれば、例えば、多孔質材料で構成された接触部を有するプラス電極を採用することにより、例えば、基板とプラス電極との間の異物やパーティクル等による基板の変形に起因する化成異常の発生を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。

【図2】図1に示す陽極化成装置の陽極化成槽の概略的な構成を示す斜視図である。

【図3】図1に示す陽極化成装置のプラス電極の概略構成を示す斜視図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る陽極化成装置の概略構成を示す図である。

【図5】図4に示す陽極化成装置の陽極化成槽の概略構成を示す斜視図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態に係るプラス電極及びその支持体の概略構成を示す図である。

【図7】図6に示すプラス電極及びその支持体の概略構成を示す斜視図である。

【図8】本発明の好適な実施の形態に係るSOI基板の製造方法を工程順に説明する図である。

【図9】第1の従来例に係る陽極化成装置の構成を示す図である。

【図10】第2の従来例に係る陽極化成装置の構成を示す図である。

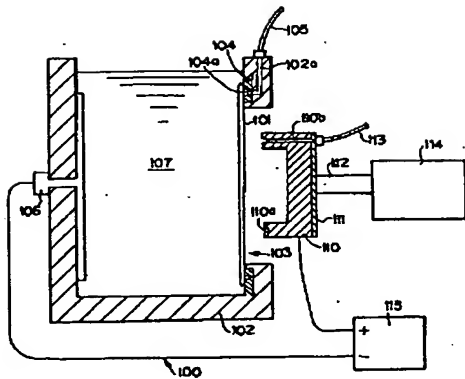
【図11】第3の従来例に係る陽極化成装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

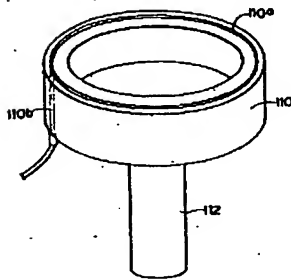
10 第1の基板
11 単結晶Si基板
12 多孔質層Si層
13 単結晶Si層
14 SiO₂層
20 第2の基板
30 貼り合わせ基板
100 陽極化成装置
101 シリコン基板
102 陽極化成槽

103 開口部
104 吸着パッド
105 真空ライン
106 マイナス電極
107 HF溶液
110 プラス電極
110a 真空吸着用の溝
110b 吸引孔
111 絶縁部材
112 ロッド
113 真空ライン
114 アクチュエータ
115 電源
200 陽極化成装置
202 陽極化成槽
203 開口部
204 吸着パッド
205 真空ライン
206 マイナス電極
206a 穴
601 電極支持体
601a 吸引孔
602 プラス電極
603, 604 オリング
605 真空ライン
606 密閉空間
607 リード線
901 シリコン基板
902 金属電極
903 HF溶液
904 オリン
905 槽壁部材
906 電極
1001 シリコン基板
1002a, 1002b 陽極化成槽
1003a, 1003b 白金電極
1004a, 1004b オリング
1005a, 1005b HF溶液

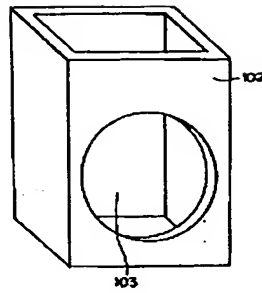
【図 1】



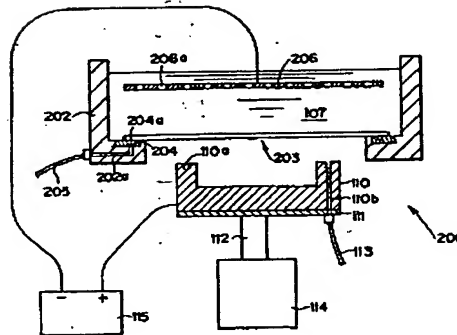
【図 3】



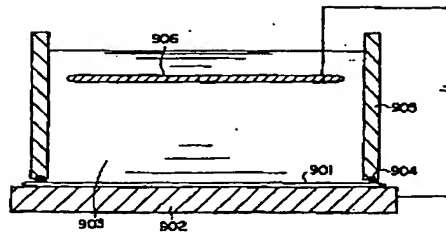
【図 2】



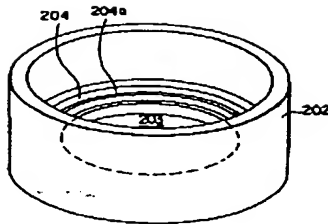
【図 4】



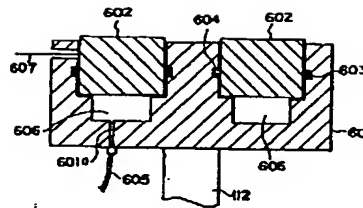
【図 9】



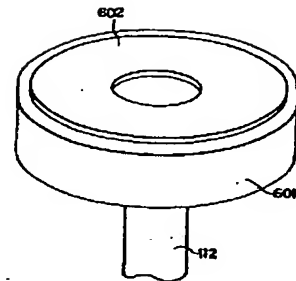
【図 5】



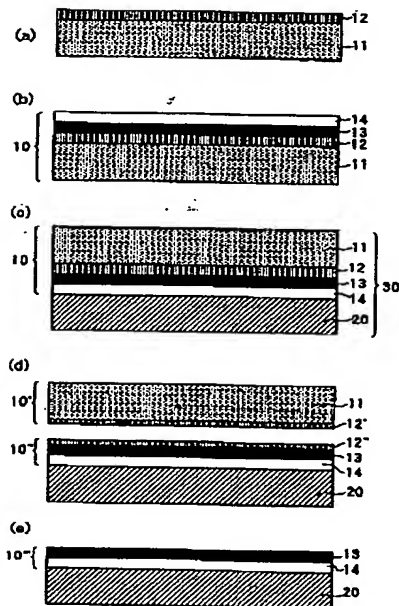
【図 6】



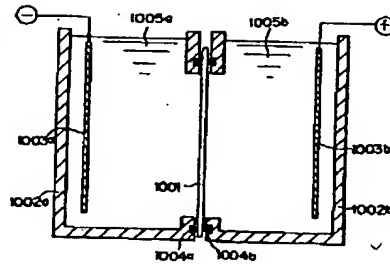
【図 7】



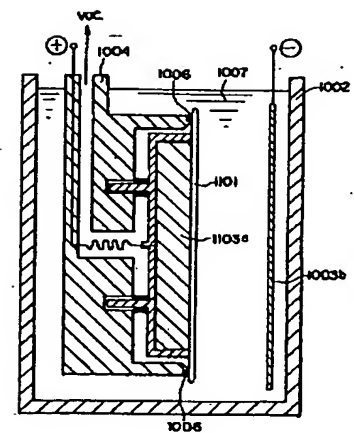
【図 8】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H01L 21/02

21/316

識別記号

F I

H01L 21/02

21/316

デマコート (参考)

B

T

BEST AVAILABLE COPY

27/12

27/12

B

THIS PAGE BLANK (USPTO)